

***PROTOTYPE PEMBANGKIT ENERGI HYBRID SOLAR CELL
DAN HYDROPOWER SEBAGAI CATU DAYA PENERANGAN
JALAN UMUM (PJU) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)
MENGUNAKAN ALGORITMA ANT COLONY
OPTIMIZATION (ACO)***

PROYEK AKHIR



Oleh:

AILSASHAFA NANSARASENDRIYA
NIT. 30121004

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

***PROTOTYPE PEMBANGKIT ENERGI HYBRID SOLAR CELL
DAN HYDROPOWER SEBAGAI CATU DAYA PENERANGAN
JALAN UMUM (PJU) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)
MENGUNAKAN ALGORITMA ANT COLONY
OPTIMIZATION (ACO)***

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md.) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara



Oleh :

AILSASHAFA NANSARASENDRIYA
NIT. 30121004

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

*PROTOTYPE PEMBANGKIT ENERGI HYBRID SOLAR CELL DAN
HYDROPOWER SEBAGAI CATU DAYA PENERANGAN JALAN UMUM
(PJU) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN
ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)*

Oleh:
AILSASHAFA NANSARASENDRIYA
NIT. 30121004

Disetujui untuk diujikan pada:
Surabaya, 06 Agustus 2024

Dosen Pembimbing I

: Drs. HARTONO, S.T., M.Pd., M.M.
NIP. 196107271983031002



Dosen Pembimbing II

: Dr. DIDI HARIANTO, S.Pd., M.Pd.
NIP: 19650118 199009 1 001



HALAMAN PENGESAHAN

*PROTOTYPE PEMBANGKIT ENERGI HYBRID SOLAR CELL DAN
HYDROPOWER SEBAGAI CATU DAYA PENERANGAN JALAN UMUM
(PJU) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN
ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)*

Oleh:

AILS SHAFA NANSHA RASENDRIYA
NIT. 30121004

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus Ujian Proyek Akhir Program
Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 6 Agustus 2024

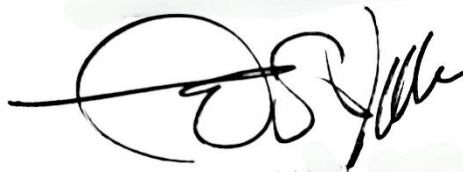
Panitia Penguji:

Ketua : Dr. KUSTORI, S.T., M.M.
NIP. 19590305198503 1 002

Sekretaris : Dr. DIDI HARIANTO, S.Pd., M.Pd.
NIP. 9650118 199009 1 001

Anggota : Drs. HARTONO, S.T., M.Pd., M.M.
NIP. 19610727 198303 1 002

Ketua Program Studi
D3 Teknik Listrik Bandara



Dr. GUNAWAN SAKTI, S.T., M.T.
NIP. 19881001 200912 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ailsa Shafa Nansha Rasendriya
NIT : 30121004
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandar Udara
Judul Proyek Akhir : *Prototype* Pembangkit Energi *Hybrid Solar Cell* Dan *Hydropower* Sebagai Catu Daya Penerangan Jalan Umum (PJU) Berbasis *Internet of Things (IoT)* Menggunakan Algoritma *Ant Colony Optimization (ACO)*

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas *Royalti Non Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)* kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 6 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



AILSASHAFA NANSASHASENDRIYA
30121004

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Proyek Akhir yang berjudul *PROTOTYPE PEMBANGKIT ENERGI HYBRID SOLAR CELL DAN HYDROPOWER SEBAGAI CATU DAYA PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)* ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan bagi taruna program Diploma 3 di Politeknik Penerbangan Surabaya sehingga dapat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T).

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada:

1. Kedua orang tua dan adik, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh baik berupa moril maupun materi.
2. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Dr. Gunawan Sakti, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Listrik Bandara.
4. Bapak Drs. Hartono, A.Md., S.T., M.Pd., MM. selaku pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
5. Bapak Dr. Didi Harianto, M.Pd, selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
6. Seluruh dosen dan civitas akademika Prodi D3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya.
7. Teman-teman sekelas atas kebersamaan dan kerja samanya.
8. Teman-teman seangkatan, adik kelas TLB XVII atas dukungan yang telah diberikan.

Tentunya karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu saran, kritik, dan masukan yang membangun penting bagi penulis demi karya yang lebih baik di masa mendatang. Atas segala kesalahan dan kata-kata yang kurang berkenan, penulis memohon maaf.

Surabaya, 6 Agustus 2024



Penulis

ABSTRAK

*PROTOTYPE PEMBANGKIT ENERGI HYBRID SOLAR CELL DAN
HYDROPOWER SEBAGAI CATU DAYA PENERANGAN JALAN UMUM
(PJU) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN
ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)*

Oleh:

AILSASHAFA NANSHA RASENDRIYA

NIT. 30121004

Peningkatan jumlah penduduk di suatu daerah dapat menyebabkan krisis energi listrik karena meningkatnya jumlah pelanggan energi listrik. Selain itu, penggunaan energi fosil juga akan berkurang, sehingga diperlukan energi alternatif dari catu daya energi terbarukan. Tantangannya adalah menggabungkan potensi catu daya energi terbarukan dengan generator memerlukan pembangkit listrik hibrida. Sistem hibrida dengan generator sebagai cadangan energi dianggap kurang optimal karena ketika generator listrik mengalami defisit, generator tersebut mengambil alih semua daya yang terbuang dari pembangkit energi terbarukan. Tujuan prototipe ini adalah untuk memudahkan teknisi dalam memantau pembangkit hibrida tersebut, di mana pemantauan dilakukan melalui Android menggunakan *Internet of Things*. Dengan pemantauan jarak jauh, efisiensi akan meningkat dibandingkan pemantauan langsung. Berdasarkan data yang diperoleh, pengukuran tegangan pada *Solar Cell* menunjukkan bahwa tegangan dan arus bergerak dari nilai terendah 11.51 V, terus meningkat hingga mencapai nilai tertinggi 17.54 V.

Kata kunci: Energi terbarukan, Panel Surya, Generator, Pembangkit Energi *Hybrid*

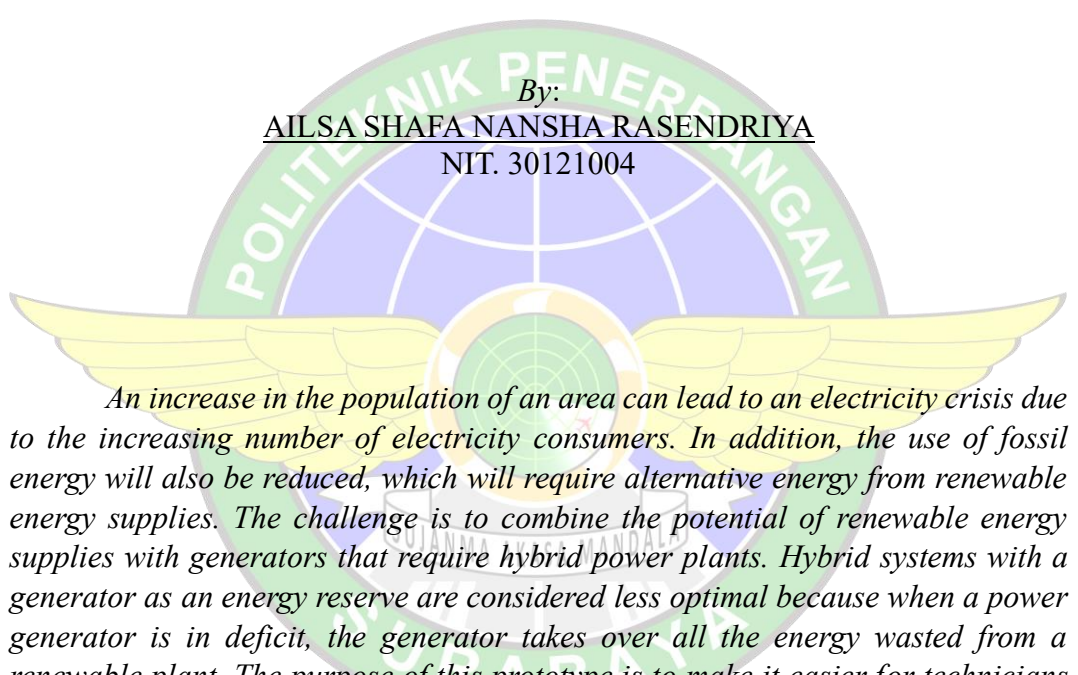
ABSTRACT

HYBRID SOLAR CELL AND HYDROPOWER ENERGY GENERATOR PROTOTOTYPE AS A WAY OF COMMUNICATION BY THE INTERNET OF THINGS (IoT) USING ANT COLONY OPTIMIZATION ALGORITM (ACO)

By:

AILS SA SHAF A NANS HA RASENDRIYA

NIT. 30121004



An increase in the population of an area can lead to an electricity crisis due to the increasing number of electricity consumers. In addition, the use of fossil energy will also be reduced, which will require alternative energy from renewable energy supplies. The challenge is to combine the potential of renewable energy supplies with generators that require hybrid power plants. Hybrid systems with a generator as an energy reserve are considered less optimal because when a power generator is in deficit, the generator takes over all the energy wasted from a renewable plant. The purpose of this prototype is to make it easier for technicians to monitor the hybrid plant, where surveillance is carried out via Android using the Internet of Things. With remote monitoring, efficiency will be increased compared to direct tracking. Based on the data obtained, voltage and current measurements on solar cells show that the moving voltages and currents from the lowest values 11.51 V, continuously increased to reach the highest value 17.54 V.

Keyword: Renewable energy, solar panels, generators, hybrid power plants

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN HAK CIPTA	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Rumusan Masalah	2
1. 3 Batasan Masalah	2
1. 4 Tujuan Penelitian	2
1. 5 Manfaat Penelitian	3
1. 6 Sistematika Penulisan	3
 BAB 2 LANDASAN TEORI	 5
2. 1 Teori Penunjang	5
2. 1. 1 Sistem <i>Hybrid</i>	5
2. 1. 2 <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO)	5
2. 1. 3 <i>Hardware</i>	6
2. 1. 4 <i>Software</i>	13
2. 2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	17
 BAB 3 METODE PENELITIAN	 20
3. 1 Desain Penelitian.....	20
3. 2 Perancangan Alat.....	21
3. 2. 1 Desain Alat.....	21
3. 2. 2 Cara Kerja Alat.....	25
3. 2. 3 Komponen Alat	26
3. 2. 3. 1 Perangkat Keras	27
3. 2. 3. 2 Perangkat Lunak	29
3. 3 Teknik Pengujian.....	28
3. 4 Teknik Analisis Data	29
3. 5 Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	 32

4.1 Hasil Penelitian	32
4.1.1 Pembuatan Perangkat Keras.....	32
4.1.1.1 Rangkaian <i>Buck Converter</i>	33
4.1.1.2 Rangkaian Sensor Arus dan Tegangan	34
4.1.1.3 Rangkaian <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	34
4.1.1.4 Rangkaian <i>Relay</i>	35
4.1.2 Perangkat Lunak dan Aplikasi.....	35
4.2.1.1 <i>Arduino Integrated Development Environment</i> (IDE)	35
4.2.1.2 Aplikasi <i>Thingspeak</i>	36
4.1.3 Sinkronisasi Perangkat Keras dan Aplikasi	36
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian	36
4.2.1 Hasil Pengujian	36
4.2.1.1 Pengujian tegangan <i>Solar Cell</i>	36
4.2.1.2 Pengujian <i>Hydropower</i> (Generator DC)	39
4.2.1.3 Pengujian Modul Wemos D1 <i>Mini</i>	42
4.2.1.4 Pengujian <i>Buck Converter</i>	44
4.2.1.5 Pengujian sensor INA219	43
4.2.1.6 Pengujian sensor <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) 16×2	45
4.2.1.7 Pengujian <i>Relay</i>	46
4.2.1.8 Pengujian Baterai	47
4.2.1.9 Pengujian aplikasi <i>Arduino Integrated Development Environment</i> (IDE)	48
4.2.1.10 Pengujian Internet of Things (IoT)	51
4.2.2 Kelebihan Alat	52
4.2.3 Kekurangan Alat	53
BAB 5 PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
5.1 Simpulan	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO)	6
Gambar 2. 2 Panel Surya	7
Gambar 2. 3 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	8
Gambar 2. 4 Skema <i>Buck Converter</i>	9
Gambar 2. 5 Modul <i>Relay</i>	10
Gambar 2. 6 Motor DC	11
Gambar 2. 7 Modul Wemos D1	11
Gambar 2. 8 Modul Sensor Arus dan Tegangan	12
Gambar 2. 9 <i>Buzzer</i>	13
Gambar 2. 10 <i>Internet of Things</i> (IoT)	14
Gambar 2. 11 <i>Arduino Integrated Development Environment</i> (IDE)	16
Gambar 2. 12 Aplikasi <i>Thingspeak</i>	17
Gambar 3. 1 Desain Penelitian	20
Gambar 3. 2 Desain Perancangan Alat	22
Gambar 3. 3 Desain alat	23
Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> Alat	25
Gambar 4. 1 <i>Buck Converter</i>	33
Gambar 4. 2 Rangkaian Sensor INA219	34
Gambar 4. 3 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	35
Gambar 4. 4 Pengujian Panel Surya dengan <i>Luxmeter</i>	37
Gambar 4. 5 Pengujian Arus dan Tegangan <i>Solar Cell</i>	37
Gambar 4. 6 Pengujian tegangan kerja Generator DC	40
Gambar 4. 7 Pengujian Generator DC	40
Gambar 4. 8 Pengujian kecepatan putaran Generator DC	41
Gambar 4. 9 Pengujian Wemos D1 <i>Mini</i>	42
Gambar 4. 10 Pengujian <i>Buck Converter</i>	43
Gambar 4. 11 Pengujian Sensor INA219	45
Gambar 4. 12 Pengujian <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	46
Gambar 4. 13 Pengujian <i>Relay</i>	47
Gambar 4. 14 Pengujian Baterai <i>Solar Cell</i>	48
Gambar 4. 15 Aplikasi <i>Arduino Integrated Development Environment</i> (IDE)..	49
Gambar 4. 16 Tampilan load Aplikasi <i>Arduino Integrated Development Environment</i> (IDE)	50
Gambar 4. 17 Tampilan awal Aplikasi <i>Arduino Integrated Development Environment</i> (IDE)	50
Gambar 4. 18 Memasukkan program yang telah dibuat	51
Gambar 4. 19 <i>Done compiling</i>	51

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2. 1	Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	17
Tabel 3. 1	<i>Barchart</i> Waktu dan Tempat Penelitian	30
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian <i>Solar Cell</i>	38
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian Kecepatan Generator DC	41
Tabel 4. 3	Tabel Hasil Pengujian <i>Buck Converter</i>	43



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A. <i>SCRIPT CODE</i> PROGRAM	A-1
LAMPIRAN B. RENCANA ANGGARAN BIAYA	B-1
LAMPIRAN C. STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP)	C-1
LAMPIRAN D. DAFTAR RIWAYAT HIDUP	D-1



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
AC	<i>Alternating Current</i>	17
ACO	<i>Ant Colony Optimization</i>	1
ACS	<i>Ant Colony System</i>	18
AI	<i>Artificial Intelligence</i>	18
CCTV	<i>Closed-Circuit Television</i>	14
CPU	<i>Central Processsor Unit</i>	16
DC	<i>Direct Current</i>	3
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>	16
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>	15
IoT	<i>Internet of Things</i>	2
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>	8
MMAS	<i>MAX-MIN Ant System</i>	5
OJT	<i>On the Job Training</i>	3
OTA	<i>Over The Air</i>	16
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>	32
PJU	<i>Penerangan Jalan Umum</i>	i
PV	<i>Photovoltaic</i>	12
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>	9
SMS	<i>Short Massage Service</i>	12
WP	<i>Watt Peak</i>	26

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, D. (2015). Pengembangan Sisrem Relay Penganadalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu. *Seminar Nasional Informatika*, 75-85.
- Athar, M. (2020). Rancang Bangun Kontrol Dan Monitoring Pembangkit Energy Hybrid Solar Cell Dan Hydropower Berbasis Internet of Things. *Prosiding SNITP (Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan)*, 1-8.
- Auliya, A. Y. (2022). Prototype Monitoring Generator Alternatif Hybrid Solar Cell Dan Wind Turbine Berbasis Nodemcu Esp8266. 1-6.
- Badri, H. (2022). Rancangan Alat Pengaman Instalasi Listrik Menggunakan Sistem Proteksi Relay Terhadap Beban Lebih Dan Hubung Singkat Berbasis Mikrokontroler. *Agustus*, 224-234.
- Christian, J. (2013). Prototipe Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor Gas MQ2, Board Arduino Duemilanove, Buzzer, dan Arduino GSM Shield pada PT. Alfa Retailindo (Carrefour Pasar Minggu). *Jurnal Ticom*, 58-64.
- Dilla, B. (2022). Implementasi Solar Charge Controller Untuk Pengisian Baterai Dengan Menggunakan Catu daya Energi Hybrid Pada Sepeda Motor Listrik. *Jurnal Edukasi Elektro*, 128-135.
- Gunawan, L. A. (2021). Rancang bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya portable. *Jurnal Teknik Elektro*, 65-71.
- Hakim, T. R. (2015). Hybrid Genetic Algorithms(GA) dan Ant Colony Optimization (ACO) dalam Menyelesaikan Dynamic Travelling Salesman Problem (DTSP). 1-4.
- Hasrul, R. (2021). Rancang Bangun Prototipe WC Pintar Berbasis Wemos D1R1 Yang Terhubung Pada Android. *Jurnal SainETIn*, 51-59.
- Ii, B. A. (2010). Gambar 2 . 1 Kontruksi Generator Catu daya : Niko. 5-20.
- Ii, B. A. (2010). Gambar 2.1 Konstruksi generator DC Catu daya: Ardian, 2010: 7. 5-21.
- Katona, G. (2019). Parallel ant colony algorithm for shortest path problem. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 243-254.
- Manan, S. (2009). Energi Matahari, Catu daya Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia. *Energi Matahari Catu daya Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia*, 31-35.

- Ramady, G. D. (2020). Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino. 212-218.
- Rani, P. (2014). PEMANFAATAN AIR BUANGAN TURBIN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA *MIN*/HIDRO DENGAN MODEL DESAIN INTEGRASI POWERHOUSE BERBASIS ANT COLONY OPTIMIZATION. *Range Management and Agroforestry*, 1-15.
- Ridhani, W. (2014). Optimisasi Biaya Pembangkitan Pada Sistem 500 Kv Jawa-Bali Menggunakan Metode Ant Colony Optimization (Aco). *Transient*, 1-8.
- Salam, F. (2023). Perancangan Monitoring Suhu Berbasis Internet of Things Dengan Node Mcu Esp8266, Dht 11 Dan Thingspeak. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 22-26.
- Saputra, F. A. (2018). “ WATERSOR ” (Waterlogging Sensor) Monitoring Genangan Air di Kota Malang Berbasis ThingSpeak Framework. *Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, 165-168.
- Suryana, D. (2016). Pengaruh Temperatur/Suhu Terhadap Tegangan Yang Dihasilkan Panel Surya Jenis Monokristalin (Studi Kasus: Baristand Industri Surabaya). *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 5-8.
- Tharo, Z. (2019). Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya Dan Angin Sebagai Catu daya Alternatif Menghadapi Krisis Energi Fosil Di Sumatera. *Prosiding Seminar Nasional Teknik UISU (SEMNASTEK)*, 141-144.
- Wahyuni, N. T. (2020). Rancang Bangun Monitoring Dan Kontrol Beban Pada Solar Cell Dengan Sistem Internet of Things.
- Wicaksani, E. (2023). Perancangan Aplikasi Sistem Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Berbasis Internet of Things (IoT). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 1907-1912.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. SCRIPT CODE PROGRAM

```
#include <ESP8266WiFi.h>

#include "ThingSpeak.h"

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

#include <Adafruit_INA219.h>

Adafruit_INA219 ina219A(0x044);
Adafruit_INA219 ina219B(0x041);

const char* ssid = "My Home";
const char* password = "12345678";
unsigned long channel = 2531343;
String apiKey = "VEX53ZI155QEWFZ";
const char* server = "api.thingspeak.com";
unsigned int field1 = 1;

WiFiClient client;

unsigned long delaySmpling = 50;

unsigned long timeSmpling = 0;

unsigned long delayDetik = 1000;

unsigned long timeDetik = 0;

unsigned long delayBtn = 1000;

unsigned long timeBtn = 0;
```

```
unsigned long delayDis = 5000;
unsigned long timeDis = 0;
unsigned long delayRead = 1000;
unsigned long timeRead = 0;
unsigned long delaySend = 5000;
unsigned long timeSend = 0;
unsigned long delayRead1 = 1000;
unsigned long timeRead1 = 0;
unsigned long delayThingsepk = 30000;
unsigned long timeThingsepk = 0;
float shuntvoltageA = 0;
float busvoltageA = 0;
float current_mAA = 0;
float loadvoltageA = 0;
float power_mWA = 0;
float power_WA = 0;
float shuntvoltageB = 0;
float busvoltageB = 0;
float current_mAB = 0;
float loadvoltageB = 0;
float power_mWB = 0;
float power_WB = 0;
float R1 = 99900.0;

float R2 = 9940.0;

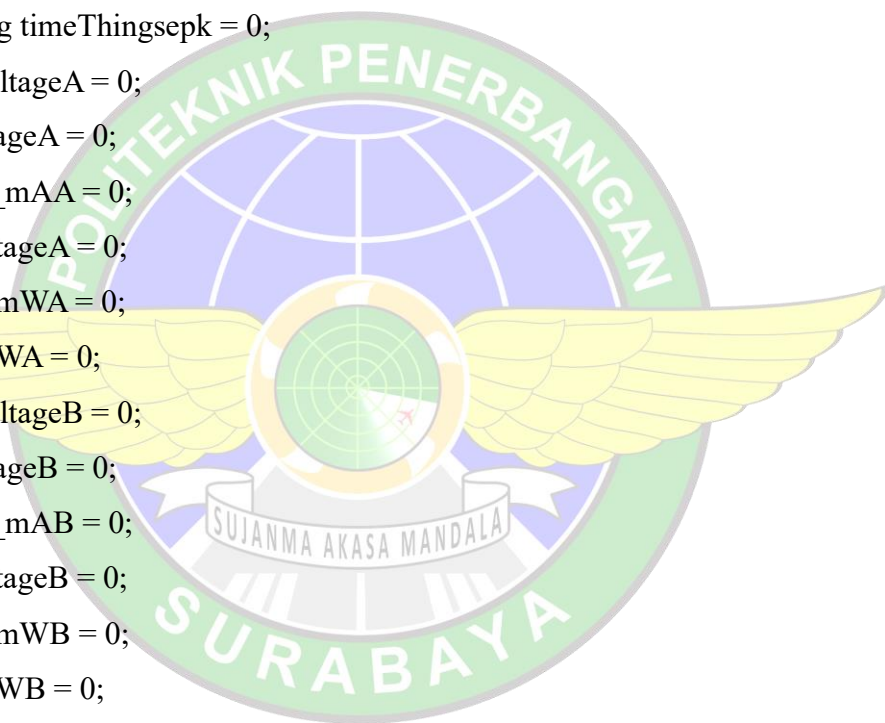
float vB=0;

float vBatt=0;

float vPv=0;

float vGen=0;

float wPv=0;
```



float wGen=0;

float Hasil=0;

float Hasil1=0;

float Hasil2=0;

float Hasil3=0;

float Hasil4=0;

float wTtl=0;

int batt=0;

int scale=0;

int btnClk=0;

int dis=1;

int disG=1;

int disP=1;

int mode=1;

int clk=1;

int clk1=1;

int resBaca=1;

int statusCode = 0;

int PlnSnsr;

int btn;

int btn1;

String Sats;



String inver;

```
byte batterai[]= {  
0b01110,0b11111,0b111111,0b11111,0b11111,0b11111,0b11111,0b11111 };  
  
byte load[]= {  
0b01110,0b10001,0b10001,0b10001,0b01110,0b01110,0b00100,0b00000 };  
  
byte listrik[]= {  
0b00010,0b00100,0b01000,0b11111,0b00010,0b00100,0b01000,0b00000 };  
  
byte solar[]= {  
0b11111,0b10101,0b11111,0b10101,0b11111,0b10101,0b11111,0b00000 };  
  
byte lowbatt[] = { B01110, B10001, B10101, B10101, B10101, B10001, B10101,  
B11111 };  
  
void setup(){  
  Serial.begin(115200);  
  
  lcd.init();  
  
  lcd.backlight();  
  
  lcd.setCursor(3, 0);  
  
  lcd.print("My Projeck");  
  
  ina219A.begin();  
  
  ina219B.begin();  
  
  pinMode(A0, INPUT); //vBatt  
  
  pinMode(D0, OUTPUT); //Relay Beban
```



```
pinMode(D4, OUTPUT);//buzzer

pinMode(D5, OUTPUT);//Relay generator

pinMode(D6, OUTPUT);//Relay PV

pinMode(D7, INPUT);//up

pinMode(D8, INPUT);//menu

digitalWrite(D4, LOW);

delay(1000);

digitalWrite(D4, HIGH);

lcd.createChar(1,batteri);

lcd.createChar(2,load);

lcd.createChar(3,listri);

lcd.createChar(4,solar);

lcd.createChar(5,lowbatt);

WiFi.begin(ssid, password);

ThingSpeak.begin(client);

delay(1000);

digitalWrite(D0, 1);

lcd.clear();

}

void loop(){
```

```

int voltValue = analogRead(A0); // vBatt

float vout = (voltValue * 3.0) / 1024.0;

vB = vout / (R2/(R1+R2))+0.6;

if(millis()-timeSmpling>delaySmpling){ //sampling data

    scale++;

    Hasil=Hasil+vB;

    Hasil1=Hasil1+busvoltageA;
    Hasil2=Hasil2+busvoltageB;
    Hasil3=Hasil3+power_WA;
    Hasil4=Hasil4+power_WB;
    timeSmpling=millis();
}

if(scale>=20){// clock 1 detik

    vBatt=Hasil/20;

    vGen=Hasil1/20;

    vPv=Hasil2/20;

    wGen=Hasil3/20;

    wPv=Hasil4/20;

    Hasil=0;

    Hasil1=0;

    Hasil2=0;

```

```
Hasil3=0;
```

```
Hasil4=0;
```

```
scale=0;
```

```
}
```

```
float satuan=1.6/100;// persentase 11v dan 12.6v
```

```
float persen=vBatt-11;
```

```
batt=persen/satuan;
```

```
batt = constrain(batt,0,100);
```

```
busvoltageA = ina219A.getBusVoltage_V();
```

```
current_mAA = ina219A.getCurrent_mA();
```

```
power_mWA = ina219A.getPower_mW();
```

```
power_WA = power_mWA/1000;
```

```
busvoltageB = ina219B.getBusVoltage_V();
```

```
current_mAB = ina219B.getCurrent_mA();
```

```
power_mWB = ina219B.getPower_mW();
```

```
power_WB = power_mWB/1000;
```

```
wTtl=wGen+wPv;
```

```

if(mode==1){

    Sats="Auto ";

    if(vGen>=vBatt){//Relay generator

        digitalWrite(D5, 1);

        disG=1;

    }

    else{

        digitalWrite(D5, 0);

        disG=0;

    }

    if(vPv>=vBatt){//Relay sollar cell

        digitalWrite(D6, 1);

        disP=1;

    }

    else{

        digitalWrite(D6, 0);

        disP=0;

    }

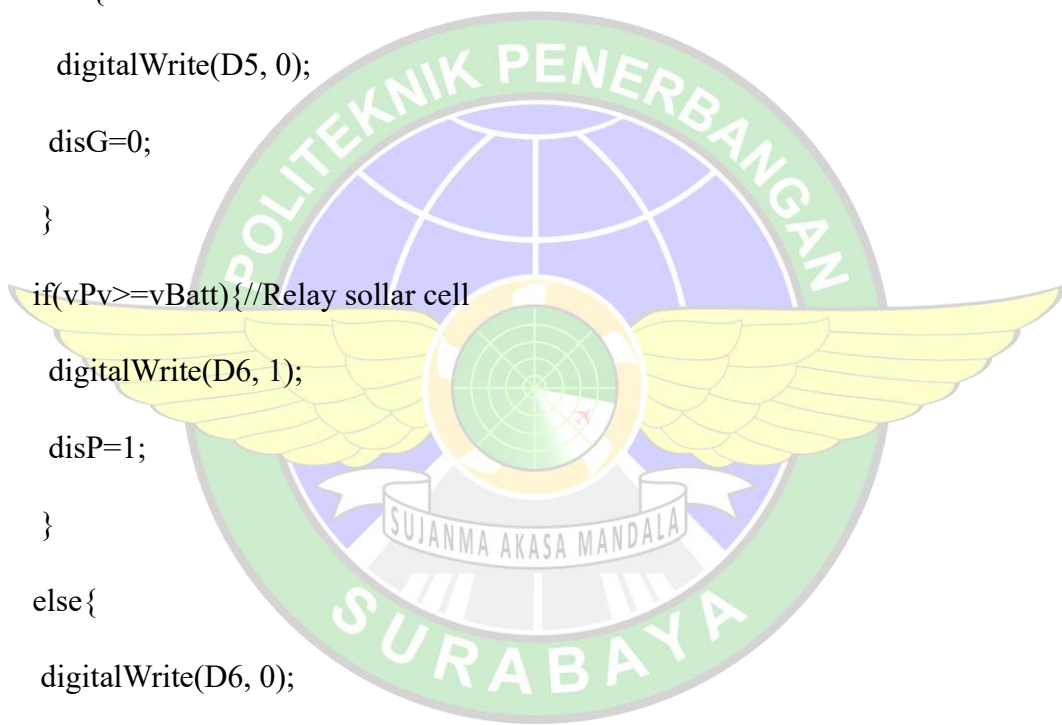
}

if(mode==2){

    Sats="SolrCll";

    disG=0;

```



```

digitalWrite(D5, 0);

if(vPv>=vBatt){//Relay solar cell

digitalWrite(D6, 1);

disP=1;

}

else{

digitalWrite(D6, 0);

disP=0;

}

}

if(mode==3){

Sats="Genrtor";

disP=0;

digitalWrite(D6, 0);

if(vGen>=vBatt){//Relay generator

digitalWrite(D5, 1);

disG=1;

}

else{

digitalWrite(D5, 0);

disG=0;

}

}

```



```
}  
  
if(mode>=4){  
    mode=1;  
}  
  
if(vBatt>=11.3){  
    digitalWrite(D0, 1);  
}  
if(vBatt<=11){  
    digitalWrite(D0, 0);  
}  
  
btn1 = digitalRead(D8); //Btn dis  
if(btn1==HIGH){  
    dis++;  
    digitalWrite(D4, LOW);  
    delay(100);  
    digitalWrite(D4, HIGH);  
    delay(100);  
    lcd.clear();  
}
```




```

if(dis==1){

    btn = digitalRead(D7); //Btn mode

    if(btn==HIGH){

        mode++;

        digitalWrite(D4, LOW);

        delay(100);

        digitalWrite(D4, HIGH);

        delay(100);

        lcd.clear();

    }

    if(millis()-timeDetik>delayDetik){

        lcd.setCursor(0, 0);

        lcd.write(1);

        lcd.print(vBatt);

        lcd.print("V ");

        lcd.setCursor(0, 1);

        lcd.write(1);

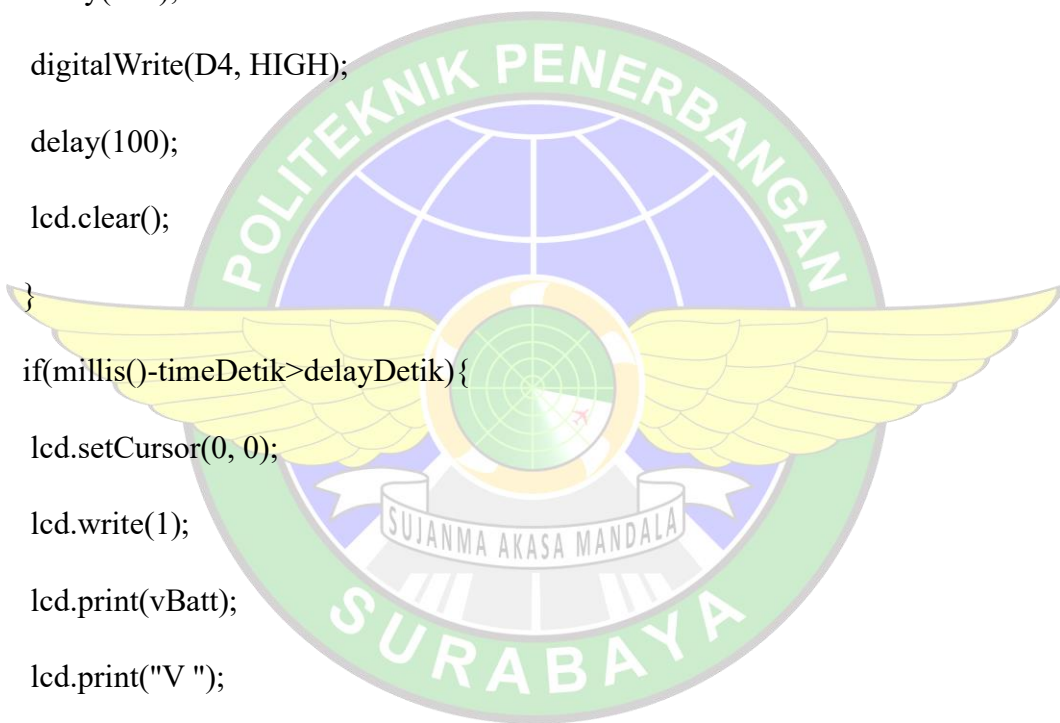
        lcd.print(batt);

        lcd.print("% ");

        lcd.setCursor(10, 0);

        lcd.write(3);

```



```
lcd.setCursor(11, 0);
```

```
if(disG==1){
```

```
if(wGen>=1){
```

```
lcd.print(">");
```

```
}
```

```
else{
```

```
lcd.print("=");
```

```
}
```

```
}
```

```
if(disG==0){
```

```
lcd.print(" ");
```

```
}
```

```
lcd.setCursor(12, 0);
```

```
if(vBatt>=11){
```

```
lcd.write(1);
```

```
}
```

```
else{
```

```
lcd.write(5);
```

```
}
```

```
lcd.setCursor(13, 0);
```

```
if(disP==1){
```

```
if(wPv>=1){
```



```

    lcd.print("<");

}

else{

    lcd.print("=");

}

}

if(disP==0){

    lcd.print(" ");

}

lcd.setCursor(14, 0);

lcd.write(4);

lcd.setCursor(8, 1);

lcd.print(Sats);

timeDetik=millis();

}

}

if(dis==2){

    if(millis()-timeDetik>delayDetik){

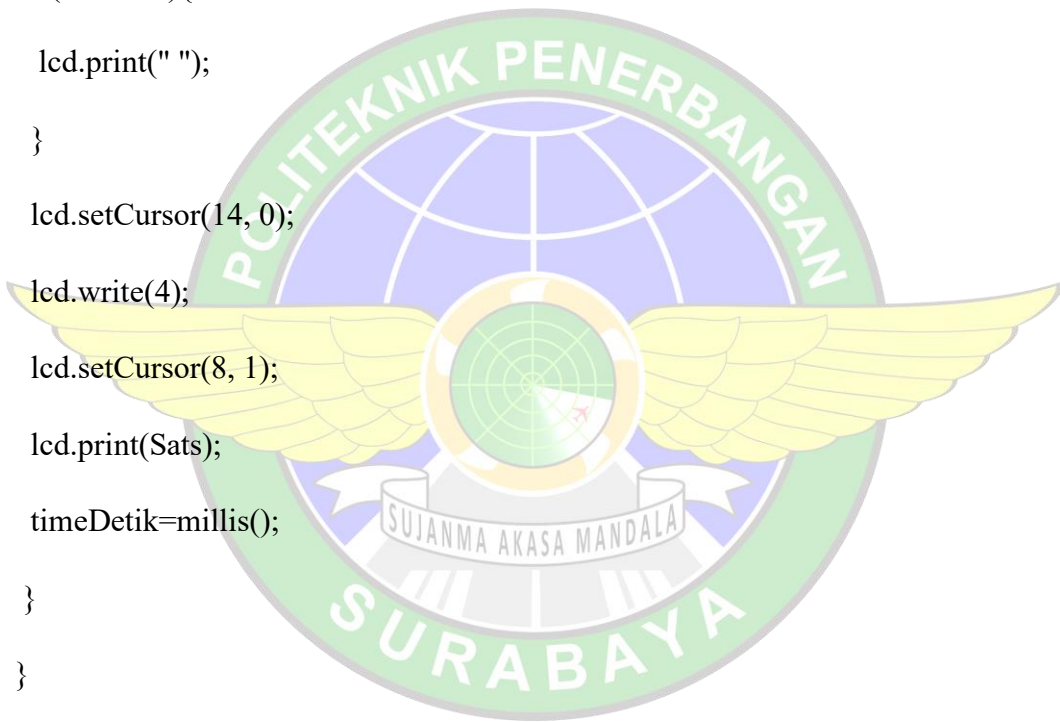
        lcd.setCursor(0, 0);

        lcd.write(4);

        lcd.print(vPv);

        lcd.print("V ");

```



```

lcd.setCursor(0, 1);

lcd.write(3);

lcd.print(vGen);

lcd.print("V ");

lcd.setCursor(9, 0);

lcd.write(4);

lcd.print(wPv);

lcd.print("W ");

lcd.setCursor(9, 1);

lcd.write(3);

lcd.print(wGen);

lcd.print("W ");

timeDetik=millis();
}
}

if(dis>=3){

dis=1;

}

```

```

if(millis()-timeThingsepk>delayThingsepk){ //Timer display

if(client.connect(server,80)){

```



```

String postStr = apiKey;

postStr += "&field2=";

postStr += String(vBatt);

postStr += "&field3=";

postStr += String(wPv);

postStr += "&field4=";

postStr += String(wGen);

postStr += "\r\n\r\n";

client.print("POST /update HTTP/1.1\n");
client.print("Host: api.thingspeak.com\n");
client.print("Connection: close\n");
client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+apiKey+"\n");
client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");
client.print("Content-Length: ");
client.print(postStr.length());
client.print("\n\n");

client.print(postStr);

Serial.println("Mengirim Data");

}

timeThingsepk=millis();

}

```

```

if(clk>0&&clk<5){

    if(millis()-timeRead>delayRead){ //Timer setelah data balasan terkirim

        clk++;

        timeRead=millis();

    }

}

```

```

if(clk>=5){
    if(millis()-timeSend>delaySend){

        int last_light_state = ThingSpeak.readFloatField(channel, field1);

        if(resBaca==1){//Block bagian pembacaan status
            statusCode = ThingSpeak.getLastReadStatus();

        }

        if(statusCode == 200){

            if(last_light_state == 1){

                Serial.println("Data RX");

                if(clk1>0&&clk1<5){

                    resBaca=0;

                    if(millis()-timeRead1>delayRead1){ //Timer setelah data balasan terkirim

                        clk1++;

                        Serial.println("Delay Tunggu");

                        timeRead1=millis();

```



```

    }

}

if(clk1>=5){

    if(client.connect(server,80)){

        Serial.println("Proses Data kirim");

        String postStr = apiKey;

        postStr += "&field1=";

        postStr += String(0);

        postStr += "\r\n\r\n";

        client.print("POST /update HTTP/1.1\n");

        client.print("Host: api.thingspeak.com\n");

        client.print("Connection: close\n");

        client.print("X-THINGSPEAKAPIKEY: "+apiKey+"\n");

        client.print("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded\n");

        client.print("Content-Length: ");

        client.print(postStr.length());

        client.print("\n\n");

        client.print(postStr);

        Serial.println("Data TX");

        mode++;

        digitalWrite(D4, LOW);

        delay(100);

```

```
digitalWrite(D4, HIGH);

delay(100);

clk=1;

clk1=1;

resBaca=1;

}

}

}

Serial.print("The latest data from Field1 on ThingSpeak is : ");
Serial.println(last_light_state);
}
else {
    Serial.println("Problem reading channel. HTTP error code " +
String(statusCode));
}

timeSend=millis();

}

}

}
```

LAMPIRAN B. RENCANA ANGGARAN BIAYA

No.	Nama	Jumlah	Harga	
			Satuan	Total
1.	<i>Solar Cell 20 Wp</i>	1	175.000	175.000
2.	Generator DC	1	329.000	329.000
3.	Wemos D1 <i>Mini</i>	1	26.000	26.000
4.	Sensor INA219	2	42.000	42.000
5.	Baterai	3	6.000	18.000
6.	<i>Relay</i>	3	16.000	48.000
7.	<i>Buzzer</i>	1	4.500	4.500
8.	LCD 16x2	1	30.000	30.000
9.	<i>Inverter</i>	1	20.000	20.000
10.	Lampu DC 5W	1	25.000	25.000
11.	Motor DC	1	100.000	100.000
12.	<i>Buck Converter</i>	3	15.000	45.000
13.	<i>Fan DC</i>	1	12.000	12.000
TOTAL (Rp.)				874.500

LAMPIRAN C. STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR (SOP)

Standard Operational Procedure (SOP) dalam pengoperasian alat adalah panduan yang merinci langkah-langkah yang harus diikuti untuk menggunakan alat dengan benar dan aman. SOP ini mencakup instruksi rinci tentang cara menghidupkan dan mematikan alat. Dimana dengan menggunakan *Standart Operational Procedure* (SOP) yang telah dibuat bertujuan untuk menjaga alat Proyek Akhir terhindar dari kerusakan atau salah prosedur, setiap pengguna alat akan mengikuti prosedur yang sama, sehingga dapat menjamin konsistensi dan akurasi hasil. Para pengguna harus memahami dan mengikuti SOP ini dengan cermat untuk memastikan operasi yang aman, efisien, dan tepat sesuai dengan tujuan penggunaan alat tersebut.

Berikut merupakan *Standart Operational Procedure* (SOP) untuk menghidupkan dan mematikan alat Proyek Akhir dengan judul “*PROTOTYPE PEMBANGKIT ENERGI HYBRID SOLAR CELL DAN HYDROPOWER SEBAGAI CATU DAYA PENERANGAN JALAN UMUM (PJU) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT) MENGGUNAKAN ALGORITMA ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)*” sebagai berikut :

1. Mengoperasikan alat sesuai dengan SOP
 - a. Sambungkan konektor dari panel surya ke rangkaian alat monitoring dan kontrol.
 - b. Sambungkan konektor dari catu daya listrik ke rangkaian *Hydropower* (Generator DC).
 - c. Sambungkan konektor dari rangkaian *Hydropower* (Generator DC) ke rangkaian alat monitoring dan kontrol.
 - d. Sambungkan *output* dari ke rangkaian alat monitoring dan kontrol ke beban DC.
 - e. Nyalakan tombol *power* (ON/OFF) pada rangkaian *Hydropower* (Generator DC) dan rangkaian alat monitoring dan kontrol.
 - f. Tunggu beberapa detik hingga LCD menampilkan nilai tegangan (v) dan catu daya yang sedang digunakan.

- g. Nyalakan *hotspot* yang sudah di *setting* untuk menghubungkan pembacaan tegangan (v) supaya dapat dimonitoring pada aplikasi *thingspeak*.
 - h. Buka aplikasi *thingspeak* pada smartphone untuk melihat hasil pengukuran.
2. Mematikan alat sesuai SOP
- a. Matikan *hotspot* untuk memutus koneksi antara alat dan aplikasi *thingspeak*.
 - b. Matikan tombol *power* (ON/OFF) pada rangkaian *Hydropower* (Generator DC) dan rangkaian alat monitoring dan kontrol.
 - c. Lepaskan Sambungkan konektor dari catu daya listrik ke rangkaian *Hydropower* (Generator DC) untuk memutuskan catu daya listrik.
 - d. Lepaskan konektor pada panel surya ke rangkaian alat monitoring dan kontrol.
 - e. Lepaskan konektor dari rangkaian *Hydropower* (Generator DC) ke rangkaian alat monitoring dan kontrol.
 - f. Lepaskan konektor rangkaian alat monitoring dan kontrol ke beban.

LAMPIRAN D. DAFTAR RIWAYAT HIDUP



AILSAN SHAFANANSHA RASENDRIYA, lahir di Kediri pada tanggal 01 Februari 2003, putri pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Dwi Nurwantoni dan Ibu Tri Suli Inyuani. Mempunyai satu saudara kandung adik Mikhaila Alethea Nansha Indrasta. Beragama Islam. Bertempat tinggal di Jalan Anggrek RT. 01, RW. 01, No. 37, Desa Bancong, Kecamatan Wonoasri, Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur. Dengan pendidikan formal

yang pernah diikuti sebagai berikut :

1. SD Negeri Bancong (lulus pada tahun 2015)
2. SMP Negeri 1 Wonoasri (lulus pada tahun 2018)
3. SMA Negeri 1 Mejayan (lulus pada tahun 2021)

Pada bulan September 2021 diterima sebagai Taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya Program Studi D3 Teknik Listrik Bandara angkatan XVI A. Melaksanakan *On The Job Training* (OJT) 1 di Bandar Udara Sangia Nibandera Kolaka mulai dari 08 Mei 2021 sampai dengan 13 September 2021 dan Bandara Adi Soemarmo Surakarta 2 Oktober 2023 sampai dengan 29 Februari 2024. Telah melaksanakan Proyek Akhir sebagai syarat kelulusan dalam Pendidikan di Politeknik Penerbangan Surabaya.